

Гопцій М.В.^{1,2}, Бондаренко А.Є.¹

¹ Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

МІЖРІЧНА МІНЛИВІСТЬ СТОКУ ПОВЕНІ В БАСЕЙНІ Р.ТЕТЕРІВ ЗА БАГАТОРІЧНИЙ ПЕРІОД

У статті проаналізована міжрічна мінливість стоку повені в басейні р. Тетерів за багаторічний період спостережень. Використовуючи гідролого-генетичний метод аналізу стокових рядів досліджено: циклічність в хронологічних рядах річного стоку за допомогою методу різницевих інтегральних кривих; наявність трендів та оцінено їх значимість; величину весняного стоку, тривалість повені та відсоток об'єму стоку повені від об'єму річного стоку у кожному році. Наведені узагальнення досліджених характеристик весняного стоку, які ґрунтуються на даних за багаторічний період по 2020 рік, включно.

Ключові слова: весняний стік, річка Тетерів, мінливість стоку, повінь, статистичні характеристики.

Вступ. Дослідження максимального стоку завжди залишається першочерговим питанням в гідрології. На річках рівнинній частині України актуальним є питання дослідження стоку весняного водопілля (повені), як найбільш багатоводної фази гідрологічного режиму [1-6]. Весняна повінь відіграє ключову роль у визначенні загального характеру режиму стоку води рівнинних річок кожного регіону, оскільки під час нього формується переважна частина загального річного об'єму стоку. Величина максимального стоку весняної повені залежить від метеорологічних умов та факторів підстильної поверхні. Перші визначають інтенсивність танення та водоподачі, випаровування, а другі – втрати на інфільтрацію, поверхневе утримання, а також трансформацію на схилах і в русловій мережі.

За характером водного режиму досліджувані річки басейну р. Тетерів (суббасейн Середнього Дніпра району басейну річки Дніпро за сучасним гідрографічним районуванням України [7]) відносяться до рівнинного типу з переважанням снігового живлення.

Для режиму внутрішньорічного розподілу стоку річок басейну Тетерів характерно добре виражена весняна повінь і низька тривала межінь, яка порушується короточасними літньо-осінніми та зимовими паводками, сформованими за рахунок опадів та відлиг. Найбільші середньомісячні витрати води спостерігаються у березні-квітні, найменші – наприкінці літа або на початку осені.

Об'єм весняного стоку річок досліджуваного регіону становить основну частину загального стоку і оцінюється як 45-60 % об'єму річного стоку, а на малих водотоках, за певних фізико-географічних та гідрометеорологічних умов, в окремі роки - і весь річний стік.

Тривалість весняної повені 1,5-2 місяці. Пік зазвичай спостерігається наприкінці травня – початку квітня [5]. Початок повені на малих і середніх річках відноситься до першої декади березня, іноді до другої і третьої декад лютого; закінчується – у другій половині квітня, іноді у першій декаді травня.

Мета дослідження полягає у аналізі та узагальненні вихідної інформації про стік повені та аналізі таких характеристик весняного водопілля, як дати його початку і закінчення, дати проходження найбільших строкових витрат води та тривалість повені на річках басейну р. Тетерів.

Матеріали та методи дослідження. Тетерів - річка в Україні, на Придніпровській височині й Поліссі. Права притока Дніпра (впадає в Київське водосховище). Довжина 385 км, площа басейну 15300 км². Тече в межах Житомирського і Бердичівського районів Житомирської області та Бучанського і Вишгородського районів Київської області (рис. 1) [8]. На території басейну р. Тетерів діє 7 стаціонарних гідрологічних постів гідрологічної мережі Українського гідрометеорологічного центру (УкрГМЦ) з площами водозборів від 208 км² (р. Ірша – смт Володарськ-Волинський) до 12400 км² (р. Тетерів – смт Іванків). Середня висота водозборів 200-280 м, лісистість 5-20%, а заболоченість до 2% (табл. 1).

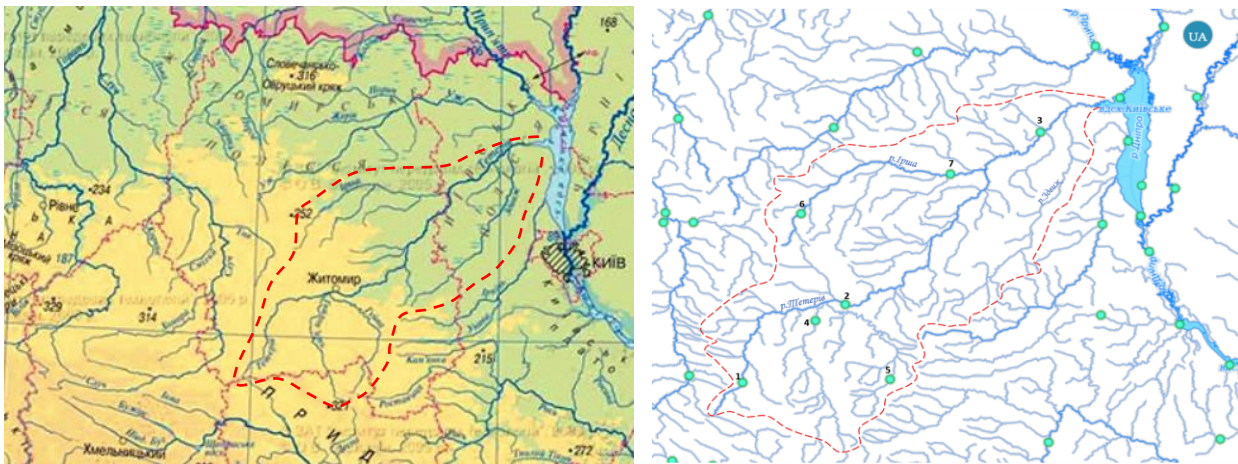


Рис. 1. Фізична карта та розташування гідрологічних постів водозбору р. Тетерів

Таблиця 1. Основні гідрологічні характеристики досліджуваних водозборів у басейні р. Тетерів

№ за/п	Річка - пост	Відстань L, км		Ухил річки I, ‰		Площа водозбору F, км ²	Середня висота H _{ср} , м	Заболоченість f _б , %	Лісистість f _л , %
		від витoku	від найбільш віддаленої точки річкової мережі	середній	середньо-зважений				
1	Тетерів-с.Троща	26	26	2,2	1,7	227	280	1	8
2	Тетерів-Житомир	116	116	1,1	0,9	5270	250	2	16
3	Тетерів-сmt Іванків	-	-	-	-	12400	-	-	-
4	Гнилоп'ять-с. Головенка	91	95	1,2	0,9	1200	260	2	9
5	Гуйва-с.Городківка	36	36	2,2	1,9	312	250	<1	6
6	Ірша-сmt Володарськ-Волинський	24	24	1,4	1,3	208	220	<1	5
7	Ірша-с.Українка	116	116	0,9	0,6	2600	200	2	20

Для дослідження величини та мінливості весняної повені використані часові ряди багаторічних спостережень від початку інструментальних спостережень по 2020 рік, включно.

Тривалість часових рядів спостереження змінюється від 36 років (р. Тетерів – сmt Іванків, 1985-2020 рр.) до 96 років (р. Тетерів – м. Житомир, 1925-2020 рр.) при середній по водозбору тривалості 73 роки.

Тривалість спостережень слід вважати достатньою, якщо розглядуваний період репрезентативний, а відносна середньоквадратична похибка розрахункового значення досліджуваної гідрологічної характеристики не перевищує 10 % для річного і сезонного стоку та 20 % – для максимального й мінімального стоку.

Виклад основного матеріалу. Чимало наукових напрацювань присвячено дослідженню максимального стоку весняної повені (водопілля) річок України, які зосереджені на обґрунтуванні основних чинників формування весняного водопілля, розробленні методів та методик розрахунків, прогнозування, узагальнення і районування максимального стоку, тощо [8]. А також є ряд робіт присвячених визначенню внутрішньорічного розподілу стоку в межах кожного сезону [9-12].

Просторово-часова мінливості стоку весняної повені з визначенням її статистичних характеристик на річках басейну Тетерів виконувалося у кілька етапів на основі гідролого-генетичного аналізу [10]:

1) використовуючи побудовані різницево-інтегральні криві [13] максимальних витрат води та шарів стоку весняної повені на річках басейну р. Тетерів визначено циклічність

коливань весняного стоку (рис. 2). Так направленість кривих вгору свідчить про багатоводну фазу, а вниз, відповідно, маловодну.

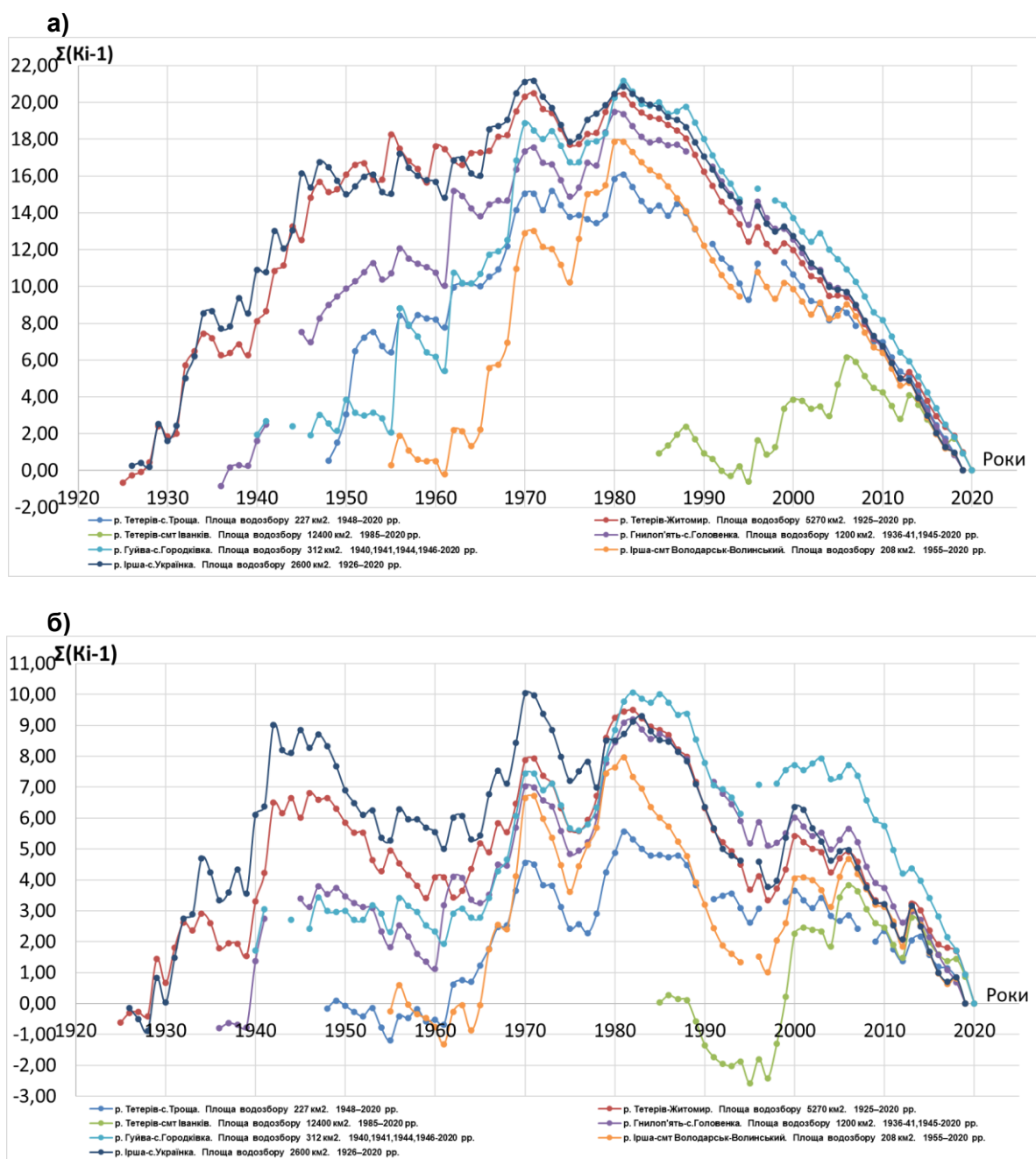


Рис.2. Різницево-інтегральні криві максимальних витрат води (а) та шарів стоку (б) весняного водопілля в басейні р. Тетерів

У часових рядах максимальних витрат води весняної повені (рис. 2, а) в останні десятиліття (починаючи з 1980 року) відмічається тривала маловодна фаза, а до цього від початку спостережень відмічалась тривала багатоводна фаза. У той час для шарів стоку маємо дещо інший хід зміни фаз водності (рис. 2, б). За останні 40 років маємо маловодну фазу з 1981-82 рр. по 1994-95рр., потім багатоводну фазу по 2005-2006 рр., і знову маловодну фазу.

2) за побудованими хронологічними графіками найбільших витрат води і шарів стоку весняної повені оцінені тренди у цих рядах [13].

На прикладі водозбору р. Тетерів - с. Троща (рис. 3) розглянемо хронологічний графік часових рядів спостережень по найбільших витратах води і шарах стоку весняної повені.

Маємо від’ємний значущий тренд для найбільших витрат води (блакитний ряд), а для шарів стоку (зелений ряд) тенденція не прослідковується [14-16].

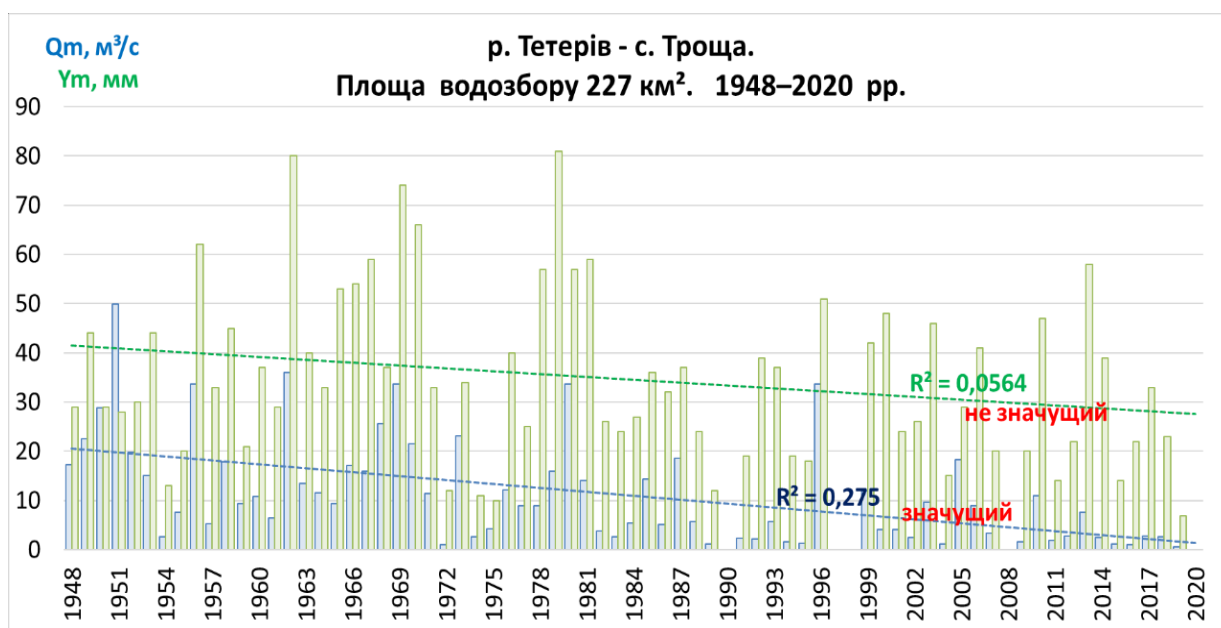


Рис.3. Хронологічні графіки ходу найбільших витрат води та шарів стоку за весняну повінь р. Тетерів – с. Троща (1948-2020 рр.)

В табл. 2 зведені результати оцінки значимості трендів часових рядів спостережень за максимальними витратами води на досліджуваній території басейна р. Тетерів. Маємо, що для найбільших витрат води весняної повені значущу до зменшення тенденцію у величинах усіх розглянутих рядів, окрім р. Тетерів – смт Іванків.

Таблиця 2. Визначення трендів у рядах найбільших витрат води весняної повені в басейні р. Тетерів

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору, F км²	п, роки спостережень	r²	r	σ _r	2σ _r	Висновок
80073	Тетерів-с.Троща	227	68	0,275	0,524	0,09	0,176	значущий
80077	Тетерів-Житомир	5270	96	0,2337	0,483	0,08	0,156	значущий
80605	Тетерів-сміт Іванків	12400	36	0,0716	0,268	0,15	0,309	не значущий
80083	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	79	0,2044	0,452	0,09	0,179	значущий
80084	Гуйва-с.Городківка	312	76	0,1398	0,374	0,10	0,197	значущий
80088	Ірша-сміт Володарськ-Волинський	208	64	0,1608	0,401	0,10	0,210	значущий
80090	Ірша-с.Українка	2600	93	0,2341	0,484	0,08	0,159	значущий

А в табл. 3 зведені результати оцінки значимості тенденцій у часових рядах спостережень по шарах стоку весняної повені. Тут незначущий тренд мають ряди, р. Тетерів – с.Троща, р. Тетерів – смт Іванків та р. Ірша - смт Володарськ-Волинський; по всіх інших рядах відмічається від’ємний тренд для величин шарів стоку.

Для оцінок статистичних параметрів на основі вибірок гідрологічних характеристик використовуються спеціальні статистичні методи, тому статистична обробка виконувалась двома методами: моментів та найбільшої правдоподібності. Результатом стандартної статистичної обробки є визначення таких параметрів, як середнього арифметичного значення Y , мм (Q , м³/с), коефіцієнтів варіації C_v і асиметрії C_s та співвідношення C_s/C_v .

Визначення розрахункових гідрологічних характеристик при наявності даних гідрометричних спостережень достатньої тривалості відбувається шляхом застосування

аналітичних функцій розподілу щорічних ймовірностей перевищення заданих величин стоку.

Таблиця 3. Визначення трендів у рядах шарів стоку весняної повені в басейні р. Тетерів

Код поста	Річка - пост	Площа водозбору, F км ²	п, роки спостережень	r ²	r	σ _r	2σ _r	Висновок
80073	Тетерів-с.Троща	227	68	0,0564	0,237	0,11	0,229	не значущий
80077	Тетерів-Житомир	5270	96	0,1611	0,401	0,09	0,171	значущий
80605	Тетерів-сміт Іванків	12400	36	0,0125	0,112	0,16	0,329	не значущий
80083	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	79	0,0881	0,297	0,10	0,205	значущий
80084	Гуйва-с.Городківка	312	76	0,1517	0,389	0,10	0,195	значущий
80088	Ірша- смт Володарськ-Волинський	208	64	0,0445	0,211	0,12	0,239	не значущий
80090	Ірша-с.Українка	2600	93	0,0666	0,258	0,10	0,194	значущий

Репрезентативність ряду спостережень за гідрологічною характеристикою необхідно визначати за відносною середньоквадратичною похибкою визначення середнього значення ряду та циклічністю коливань стоку, яку установлюють на основі аналізу різницевих інтегральних кривих. Середня арифметична величина річного стоку має бути сталою у часі, відносна середньоквадратична похибка розрахункового значення досліджуваної гідрологічної характеристики не перевищуватиме 10 %, а період коливань включатиме до себе не менше двох циклів.

Використовуючи метод моментів та метод найбільшої правдоподібності визначені статистичні параметри часових рядів спостереження по максимальному стоку, а саме для найбільших витрат води та шарів стоку весняного водопілля для водозборів в басейні р. Тетерів за даними по 2020 р., включно.

З табл. 4 видно, що середня максимальна витрата води змінюється від 11,3 м³/с (р. Тетерів – с.Троща) до 202 м³/с (р. Тетерів - м. Житомир), а у модулях стоку, відповідно від 0,015 м³/(с·км²) р. Тетерів – смт Іванків до 0,087 м³/(с·км²) р. Ірша – смт Володарськ-Волинський. Коефіцієнт варіації визначений за методом моментів коливається у межах 0,87-1,35, а за методом найбільшої правдоподібності коливається у межах 0,89-1,37, при середньому співвідношенні Cs/Cv =2.0.

Похибка середнього багаторічної величини найбільшої витрати води весняної повені складає 12,7 % при діапазоні 9,5-15,8 %, що не перевищує допустиму похибку для максимального стоку до 20 %. Похибка коефіцієнтів варіації в середньому складає 8,8 %, що також не перевищує допустиму похибку.

Таблиця 4. Статистичні параметри часових рядів спостереження максимальних витрат води весняної повені в басейні р. Тетерів

№ за/п	Річка - пост	F, км ²	п, років	Q _m , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності		
					Cv	Cs	r(1)	Cs/Cv	Cv	Cs	Cs/Cv
1	Тетерів-с.Троща	227	68	11,3	0,94	1,43	0,334	1,5	0,95	1,62	1,7
2	Тетерів-Житомир	5270	96	202	0,92	1,52	0,198	1,7	0,93	1,67	1,8
3	Тетерів-сміт Іванків	12400	36	183	0,87	1,18	0,081	1,4	0,89	1,36	1,5
4	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	79	45,1	1,09	2,79	0,130	2,6	1,13	3,47	3,1
5	Гуйва-с.Городківка	312	76	13,8	1,35	3,11	0,065	2,3	1,37	4,03	2,9
6	Ірша-сміт Володарськ-Волинський	208	64	18,1	1,14	1,74	0,329	1,5	1,17	2,05	1,8
7	Ірша-с.Українка	2600	93	156	0,99	1,41	0,124	1,4	1,00	1,50	1,5
Середнє											2,0

В табл. 5 приведені статистичні оцінки часових рядів максимального стоку, а саме шарів стоку весняної повені для водозборів басейну р. Тетерів. Середній багаторічний шар

стоку весняного стоку змінюється по території від 30 мм (р. Гуйва - с. Городківка) до 48 мм (р. Ірша – смт Володарськ-Волинський), при коефіцієнтах варіації 0,49-0,80 та співвідношенні $Cs/Cv = 2.0$.

Похибка середнього багаторічної величини шару стоку весняної повені по матеріалах спостережень по 2020 р. складає 8,3 %, а похибка коефіцієнтів варіації в середньому складає 7,3 %, які не перевищують допустимі похибки.

Таблиця 5. Статистичні параметри часових рядів спостереження шарів стоку весняної повені в басейні р. Тетерів

№ залп	Річка - пост	F, км ²	n, років	Y _m , мм	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності		
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v
1	Тетерів-с.Троща	227	68	35	0,49	0,74	0,257	1,5	0,49	0,79	1,6
2	Тетерів-Житомир	5270	96	38	0,68	1,16	0,174	1,7	0,69	1,23	1,8
3	Тетерів-смт Іванків	12400	36	31	0,71	1,46	0,282	2,1	0,72	1,84	2,6
4	Гнилоп'ять-с.Головенка	1200	79	38	0,66	1,34	0,385	2,0	0,66	1,48	2,2
5	Гуйва-с.Городківка	312	76	30	0,63	0,89	0,421	1,4	0,64	0,95	1,5
6	Ірша-смт Володарськ-Волинський	208	64	48	0,78	1,20	0,342	1,5	0,79	1,33	1,7
7	Ірша-с.Українка	2600	93	42	0,79	1,31	0,034	1,7	0,80	1,39	1,7
	<i>Середнє-</i>										1,9

Характер розподілу стоку всередині року залежить від водного режиму річки, який, в свою чергу, визначається типом її живлення. Розподіл стоку по місяцях та сезонах змінюється з року в рік. Це відбувається внаслідок неспівпадіння часу настання фаз водного режиму у різні роки. При збільшенні тривалості часових інтервалів, на які поділяється рік (доба, декада, місяць, сезон), зменшуються індивідуальні відмінності у внутрішньорічному розподілі стоку за окремі роки, але спотворюються особливості внутрішньорічного режиму стоку в конкретному створі (такі, як частота та інтенсивність проходження дощових паводків, форма гідрографа водопілля, тривалість та стійкість межені).

Методи розрахунку внутрішньорічного розподілу передбачають визначення величини розподілу річного стоку річок за сезонами, місяцями і декадами у різні за водністю роки різної ймовірності перевищення. Методика розрахунків залежить від об'єму матеріалів спостережень за стоком річки.

Основна частина стоку більшості рівнинних річок України формується в період весняної повені, яке є головною причиною нерівномірності стоку протягом року. Тому характер водопілля значною мірою визначає внутрішньорічний розподіл стоку. Чим меншим є об'єм стоку за водопілля і чим вище випаровування влітку, тим більшою є нерівномірність розподілу стоку річок [17].

Результати узагальнення даних по 1965 рік, що наведені в «Ресурсах поверхневих вод» для річок басейну наступні: весняний стік у багатоводні роки складав 70-80% річного стоку, у середні по водності роки – 60-70%, а у маловодні – 50-60%.

За результатами більш сучасних даних (по 2008 рік) наведених у монографії [17] за весняний стік (з березня по травень) по річках досліджуваного регіону проходить 45-60% їх річного стоку. Також у цій же роботі відмічено, що при аналізі рядів по 1989 рік частка весняного стоку оцінювалась у 42 %, а за сучасний період кліматичних змін, 1989-2008 рік, – як 36 %.

За нашими дослідженнями при узагальненні даних по 2020 рік на річках басейну р. Тетерів у період весняної повені за багаторічний період спостережень в середньому формується 43,5-55,8 % стоку від річного. За типовим графіком розподілу стоку по місяцях (рис. 4) на річках досліджуваного водозбору наймаловодніші місяці вересень і жовтень, коли формується 3,4 % та 3,7% річного стоку, відповідно, а найбільше стоку формується у березні (20,5 %) і квітні (20,7 %). У інші місяці року від 4,0 % (у жовтні) до 8,9 % (у лютому). По сезонах будемо мати наступний розподіл: весна – 49 %, літо – 17 %, осінь – 12 %, зима – 22 %.

Як вже відзначалося вище весняна повінь на річках басейну р. Тетерів триває 2 місяці (березень-квітень), що підтверджується типовим графіком (рис. 4).

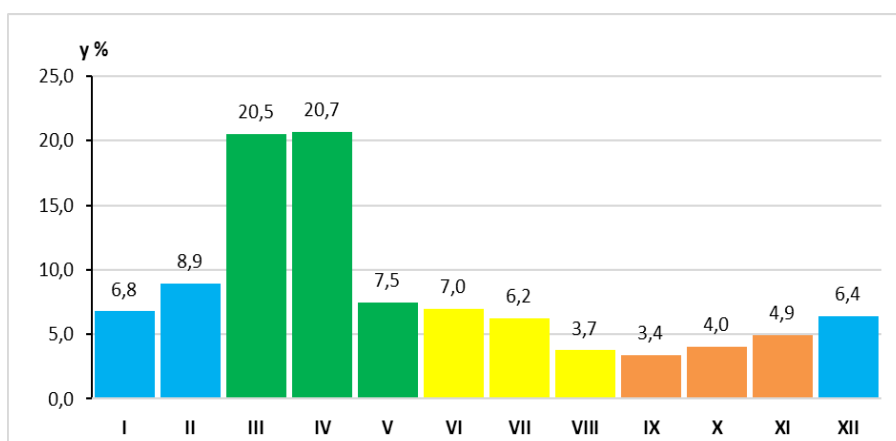


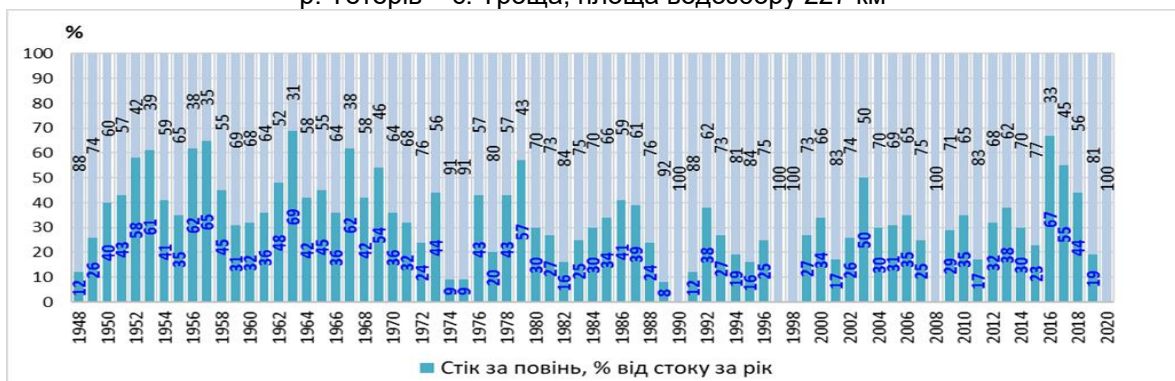
Рис. 4. Типовий внутрішньорічний розподіл стоку по місяцях за багаторічний період спостережень на річках басейну р. Тетерів

Представляє інтерес детально дослідити міжрічну мінливість характеристик максимального стоку весняної повені на річках басейну р. Тетерів.

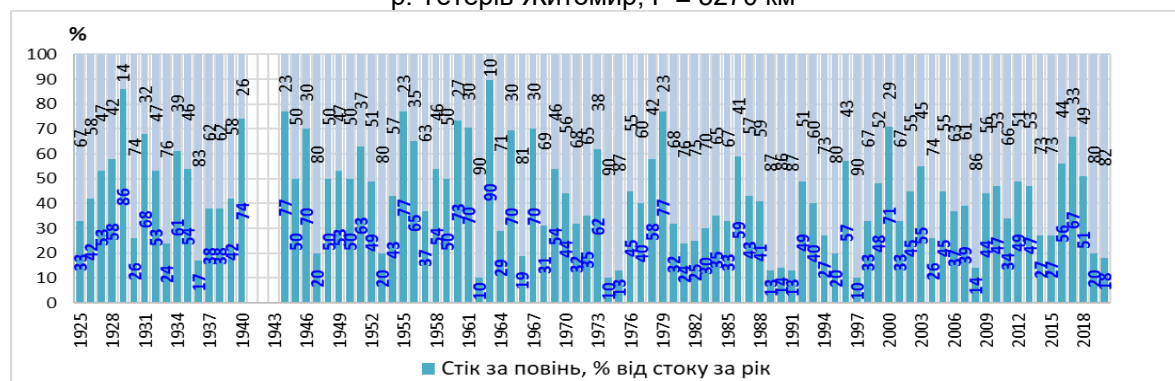
За сформованою базою об'ємів стоку води за рік та за весняну повінь, оцінивши її величину у відсотках від річного стоку, побудовані графіки міжрічної мінливості стоку повені (% від стоку за рік) за весь період спостережень по всіх водозборах в басейні р. Тетерів (рис. 5).

Початок рис. 5

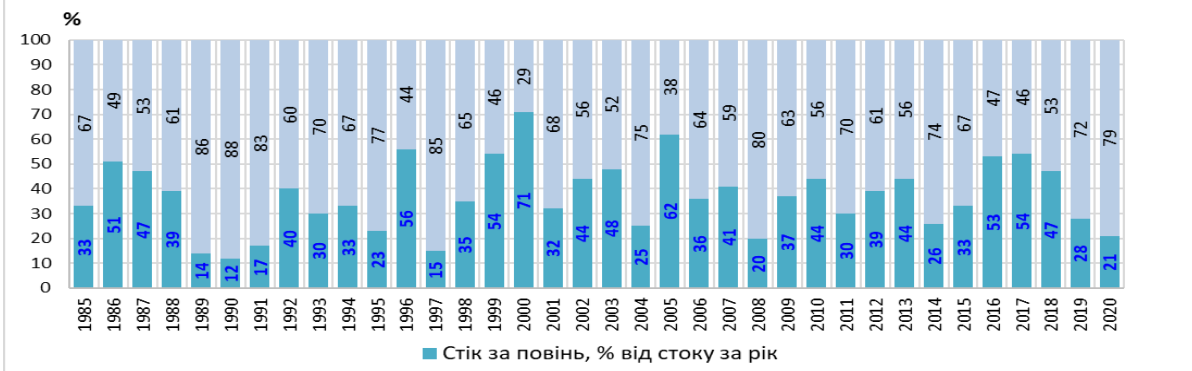
р. Тетерів – с. Троця, площа водозбору 227 км²



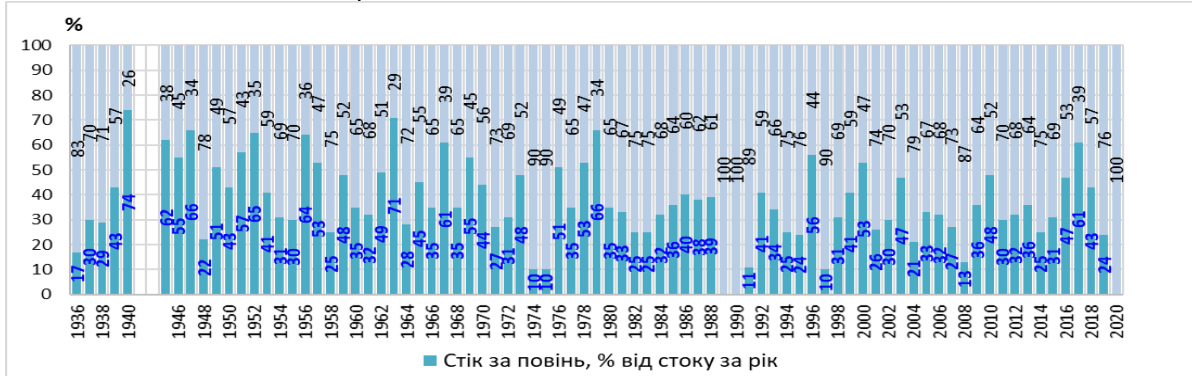
р. Тетерів-Житомир, F = 5270 км²



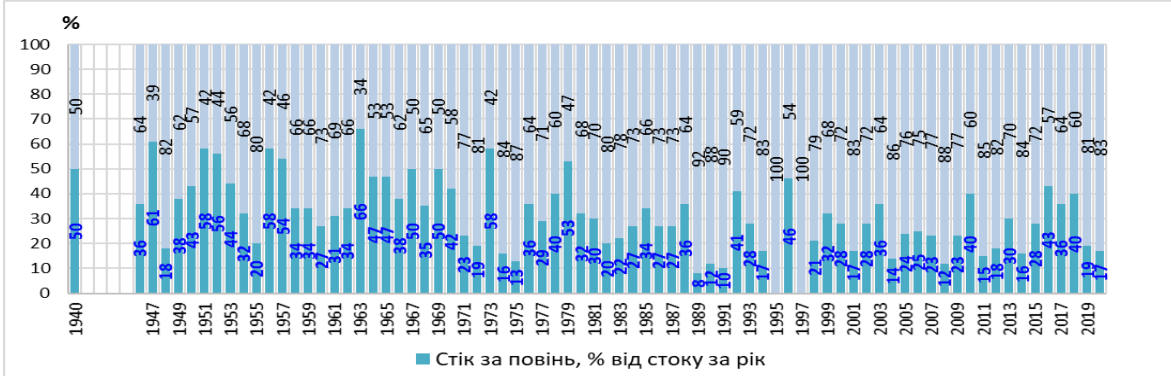
р. Тетерів-сміт Іванків. F = 12400 км²



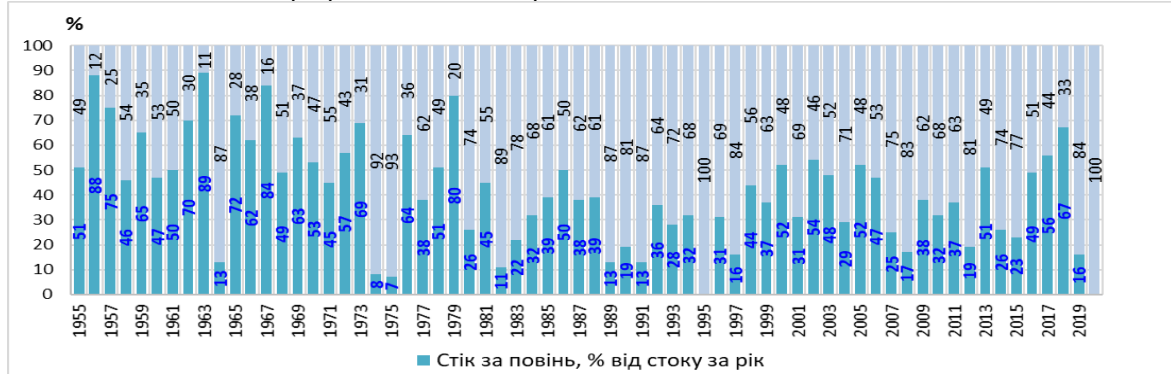
р. Гнилоп'ять-с.Головенка. F = 1200 км²



р. Гуйва-с.Городківка. F = 312 км²



р. Ірша-сміт Володарськ-Волинський, F = 208 км²



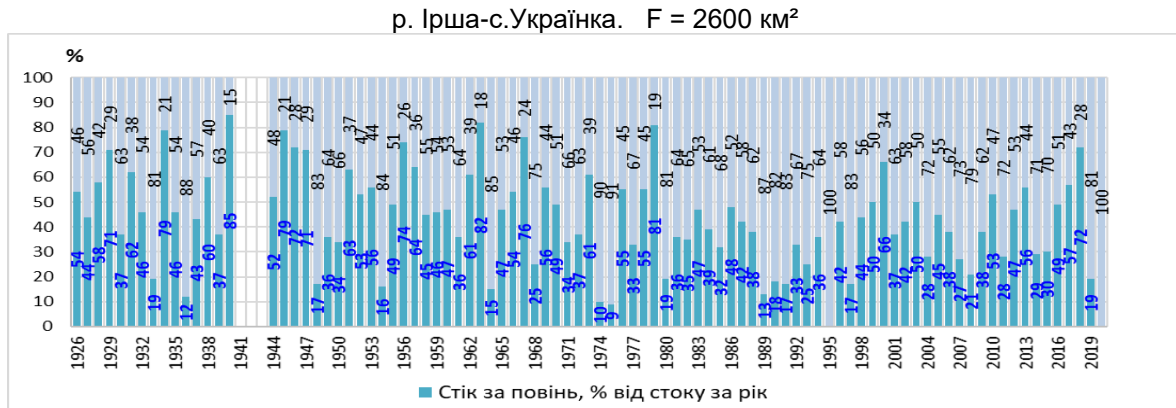


Рис. 5. Міжрічна мінливість об'єму стоку повені (% від об'єму стоку за рік) по водозборах в басейні р.Тетерів

Стік за повінь (% від стоку за рік) для р. Тетерів – с. Троща коливалася у великому діапазоні від 8 % до 69 %, а у 5 випадках повінь не була виражена. При цьому, середній відсоток весняного стоку по водозбору складає 38% за 68 річний період спостережень. При цьому відмічається від'ємний значущий тренд, тобто у найближчі роки відсоток стоку за повінь може бути ще менший. А це свідчить про те що у зимовий період не буде відбуватися накопичення снігу, який би формував значний відсоток весняного стоку.

Аналізуючи приведені графіки по всіх діючих постах в басейні р. Тетерів маємо характерний великий діапазон коливань водності весняного стоку по всіх досліджуваних водозборах. При цьому по усіх, окрім р. Тетерів – смт Іванків, відмічаються значущі тренди до зменшення відсотку об'єму повені від об'єму річного стоку. У смт Іванків є водосховище, що виконує регулюючу функцію, що може пояснити не значущий тренд [13].

На рис. 6 наведено зведений графік мінливості стоку повені у відсотках від річного стоку по всіх розглянутих водозборах в басейні р. Тетерів.

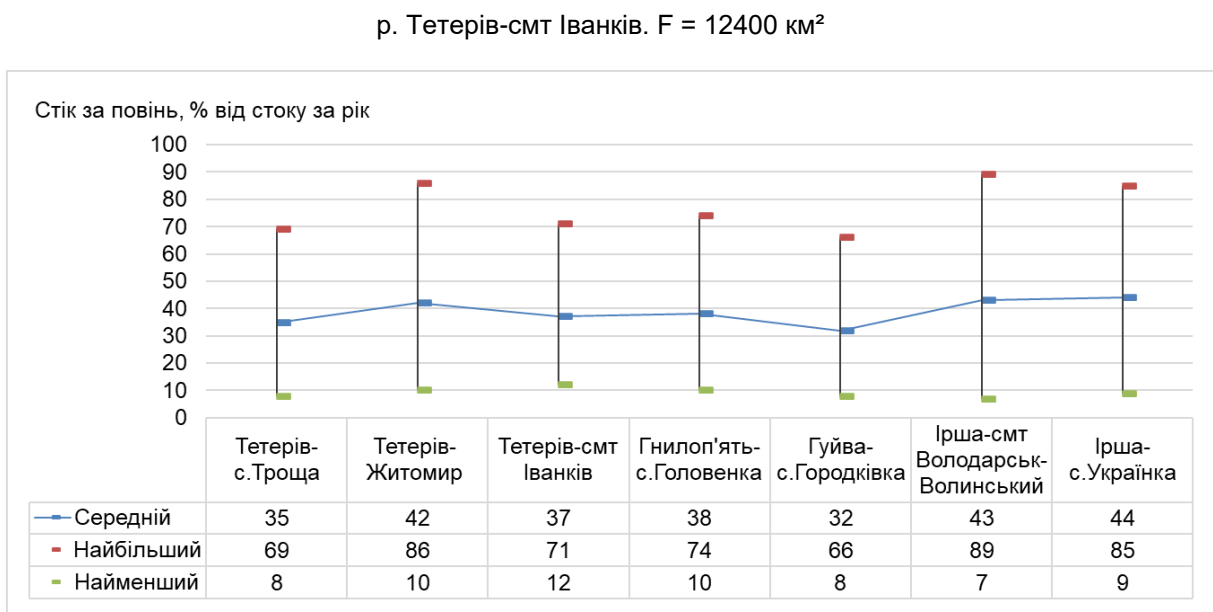


Рис. 6. Зведений графік мінливості об'єму стоку за повінь (% від об'єму стоку за рік) на річках басейну р. Тетерів

В середньому за сучасними даними в період весняної повені формується 32-44 %, при цьому найбільший відсоток весняного стоку був у 1963 році і оцінюється у 89 % від річного

стоку (р. Ірша – смт Володарськ-Волинський) і найменший відсоток весняного стоку в басейні р. Тетерів був на р. Ірша – смт Володарськ-Волинський у 1975 році і склав 7 % від річного стоку.

Середня тривалість повені за спостереженими даними на річках басейну Тетерів оцінюється як 39-60 діб (рис. 7). Найбільш тривала повені була протягом 108 діб у 1956 році на р. Гуйва в с. Городківка, а найменша за тривалістю (без урахування років, коли повінь не була виражена) 12 діб у 1996 році на р. Тетерів у с. Троща.

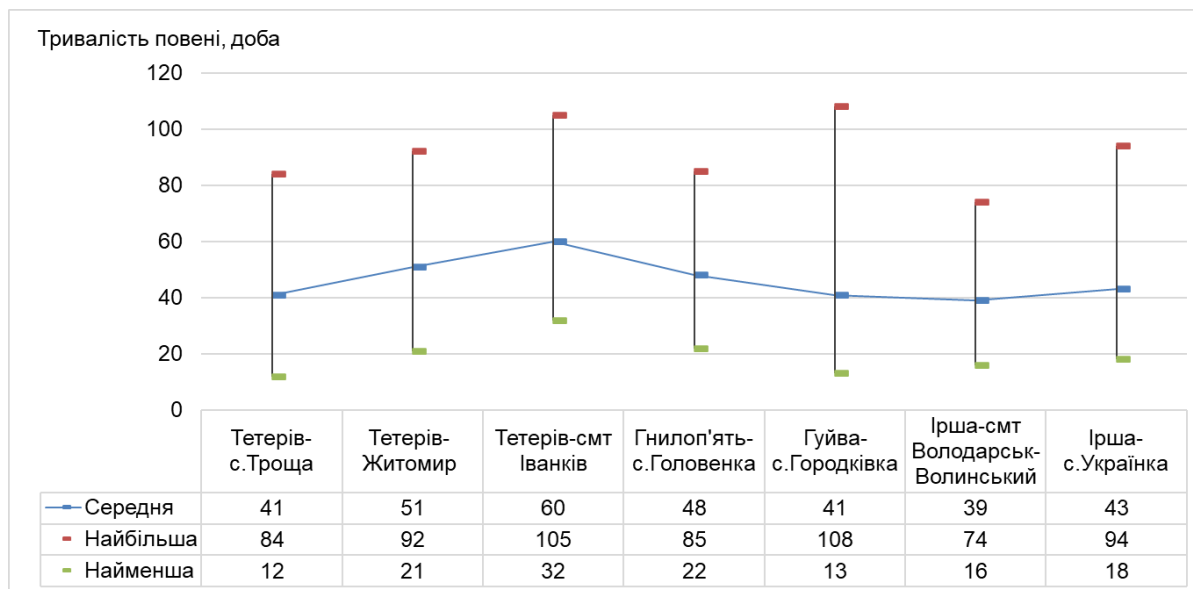


Рис. 7. Тривалість повені на річках басейну р. Тетерів за багаторічний період, діб

Окремо розглянемо стік повені впродовж останніх тридцяти років, що характеризується як період початку зміни клімату та визначений як черговий період кліматичної норми. Виконані розрахунки показали, що у сучасний період почали відмічатися роки, коли повінь не була виражена у річному стоці, а отже у ці роки не відбувалося накопичення снігу на водозборах у зимовий період, а отже зима була теплою. В окремих випадках така ситуація була навіть протягом двох років поспіль на розглянутих водозборах басейну р. Тетерів, але не по всій території досліджуваного регіону.

Проаналізувавши відсоток об'єму стоку повені від об'єму стоку за рік за 30-ти річний сучасний період можемо відмітити, що лише для водозбору р. Тетерів - с. Троща відмічається значуща до збільшення тенденція. Якщо розглянути весь період спостережень, то маємо загальну значущу тенденцію до зменшення стоку повені (% від об'єму за рік) для річок басейну р. Тетерів.

Висновки. Річка Тетерів, яка є однією з найбільших правих приток Дніпра. Характер водного режиму річки в більшій мірі визначається особливостями весняної повені, її тривалістю і відсотковим відношенням у річному стоці, що обумовлюється типом живлення. Річки досліджуваного басейну характеризуються як рівнинні з яскраво вираженою весняною повінню. Річка має важливе водогосподарське значення для Житомирської та Київської областей та є джерелом питної води для низки населених пунктів, включаючи міста Житомир і Коростишів. Її води також використовуються для промислових потреб, зокрема підприємствами, що функціонують уздовж її берегів.

За типовим внутрішньорічним розподілом стоку річки басейну Тетерів мають добре виражену весняну повінь і низьку тривалу межінь, яка порушується короткочасними літньо-осінніми та зимовими паводками, сформованими за рахунок опадів та відлиг. Найбільші середньомісячні витрати води спостерігаються у березні-квітні. Тривалість весняної повені 1,5-2 місяці. Об'єм весняного стоку річок досліджуваного регіону становить основну частину загального стоку у більшість розглянутих років.

Середня багаторічна максимальна витрата води за весняну повінь змінюється від 11,3м³/с (р. Тетерів – с.Троща, F = 227 км²) до 202 м³/с (р. Тетерів - м. Житомир, F = 5270 км²), тоді як середній багаторічний шар стоку повені змінюється по території від 30 мм (р. Гуйва - с. Городківка, F = 312 км²) до 48 мм (р. Ірша – смт Володарськ-Волинський, F = 208 км²).

У рядах найбільших витрат води весняної повені відмічається значуща до зменшення тенденція у величинах стоку по всіх розглянутих рядах, окрім р. Тетерів – смт Іванків. Тоді як у рядах шарів стоку весняної повені маємо незначущий тренд ряди: р. Тетерів – с.Троща, р. Тетерів – смт Іванків та р. Ірша - смт Володарськ-Волинський; по всіх інших рядах відмічається від’ємний тренд у величина стоку.

Аналіз міжрічної мінливості об’ємів весняної повені показав, що в середньому за сучасними даними формується 32-44 % при середній тривалості повені 39-60 діб, а не 45-60 %, як відзначається у багатьох наукових працях, що узагальнювали менш тривалі дані спостережень, які не охоплювали тривалу маловодну фазу на річках регіону в останні роки.

Отримані узагальнюючі дані можуть бути використані при прогнозуванні стоку річок та при плануванні управлінських заходів при реалізації ефективних рішень раціонального використання водних ресурсів в басейні р. Тетерів для потреб питного господарства, зрошення сільськогосподарських угідь, гідроенергетики та риборозведення та підвищення економічного розвитку регіону.

Список літератури

1. Овчарук В.А. Максимальний стік весняного водопілля рівнинних річок України : монографія. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 300с.
2. Екстремальні гідрологічні явища: паводки і посухи на території гірських регіонів України / за ред. Гопченка Є.Д.: монографія. Одеса: ТЕС, 2018. 324 с.
3. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Гопцій М.В., Тодорова О.І. Статистичні параметри часових рядів максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. Т. 4(51). С. 47-55.
4. Горбачова Л.О., Барандіч С.Л. Просторово-часова мінливість максимального стоку води весняного водопілля та паводків змішаного походження річок України. Наук. праці УкрНДГМІ, 2016. Вип. 269. С. 107- 114.
5. Звіт про НДР «Науково-методична база для встановлення розрахункових характеристик весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату (остаточний)» ДР № 0117U002424, наук., керів. Гопченко, Є.Д., 2019. ОДЕКУ, Одеса. 755 с.
6. Шакірзанова Ж.Р., Бойко В.М., Гопцій М.В., Тодорова О.І., Докус А.О., Сербова З.Ф., Швець Н.М. Метод прогностичної оцінки характеристик максимального стоку річок басейну Дніпра у весняний період року. Український гідрометеорологічний журнал, 2018. Т. 22. С. 80-99.
7. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу. / Гребінь В.В. та ін. Київ : Інтерпрес, 2013. 55 с.
8. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання : монографія. Київ : Віпол, 2000. 376 с.
9. Горбачова Л.О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України Український географічний журнал, 2015. № 3 С. 16-23.
10. Горбачова Л.О. Гідролого-генетичний аналіз просторово-часових закономірностей водного стоку річок України: методологія, тенденції, прогноз: дис... д-ра геогр. наук. Київ: 2017. 399 с.
11. Вишневський В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ, 2003. 324 с.
12. Лук’янець О. І., Ободовський О. Г., Гребінь В.В., Почаєвець О.О., Корнієнко В.О. Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України. Український географічний журнал, 2021. Вип. 1(113) С. 6-14.
13. Гідрологічні розрахунки: підручник / за ред. Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, В.А. Овчарук. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.
14. Бондаренко А.Є. Формування максимального стоку на річках басейну р. Тетерів // Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету, 10-17 травня 2023р. Одеса: ОДЕКУ. 2023. С. 432-433
15. Бондаренко А.Є. Статистичні параметри характеристик максимального стоку на річках басейну р. Тетерів // Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету, 10-19 квітня 2024р. Одеса : ОДЕКУ. 2024. С. 108-109

16. Гопцій М.В., Бондаренко А.Є. Оцінка величини та мінливості весняного стоку в басейні р. Тетерів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: Природничо-географічні дослідження рельєфу, клімату та поверхневих вод: сучасний стан та перспективи розвитку (до 75-річчя кафедр КНУТШ: землезнавства та геоморфології; метеорології та кліматології; гідрології та гідроекології). 2-4 жовтня 2024 р. Київ, 2024. С. 16-17.

17. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) : монографія. Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.

References

1. *Ovcharuk V.A.* Maksymalniy stik vesnianoho vodopillia rivnyynykh richok Ukrainy [Maximum spring runoff of lowland rivers of Ukraine] : monohrafiia. Odesa: Vydavnychiy dim «Helvetyka», 2020. 300s.

2. Ekstremalni hidrolohichni yavyshta: pavodky i posukhy na terytorii hirskykh rehioniv Ukrainy [Extreme hydrological phenomena: floods and droughts in the mountainous regions of Ukraine] / za red. *Hopchenko Ye.D.*: monohrafiia. Odesa: TES, 2018. 324 s.

3. *Hopchenko Ye.D., Ovcharuk V.A., Goptsiy M.V., Todorova O.I.* Statystychni parametry chasovykh riadiv maksimalnogo stoku vesnianoho vodopillia v baseini Dnipro v umovakh minlyvosti klimatu [Statistical parameters of time series of maximum spring flood discharge in the Dnieper basin under conditions of climate variability]. *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia*, 2018. T. 4(51). S. 47-55.

4. *Horbachova L.O., Barandich S.L.* Prostorovo-chasova minlyvist maksimalnogo stoku vody vesnianoho vodopillia ta pavodkiv zmishanoho pokhodzhennia richok Ukrainy [Spatio-temporal variability of maximum spring flood discharge and mixed origin floods of rivers of Ukraine]. *Nauk. pratsi UkrNDHMI*. 2016. Vyp. 269. S. 107- 114.

5. Zvit pro NDR «Naukovo-metodychna baza dlia vstanovlennia rozrakhunkovykh kharakterystyk vesnianoho vodopillia v baseini Dnipro v umovakh minlyvosti klimatu (ostatochnyi)» [Scientific and methodological basis for establishing estimated characteristics of spring flood discharge in the Dnieper basin under conditions of climate variability] DR № 0117U002424, nauk., keriv. *Hopchenko, Ye.D.*, 2019. ODEKU, Odesa. 755 s.

6. *Shakirzanova Zh.R., Boiko V.M., Goptsiy M.V., Todorova O.I., Dokus A.O., Serbova Z.F., Shvets N.M.* Metod prohnostychnoi otsinky kharakterystyk maksimalnogo stoku richok baseinu Dnipro u vesnianyi period roku. [Method for predictive assessment of characteristics of maximum river discharge of the Dnieper basin in the spring period of the year] *Ukrainskyi hidrometeorolohichniy zhurnal*. 2018. T. 22. S. 80-99.

7. Metodyky hidrografichnogo ta vodohospodarskoho raionuvannia terytorii Ukrainy vidpovidno do vymoh Vodnoi ramkovoї dyrektyvy Yevropeiskoho Soiuzu [Methods of hydrographic and water management zoning of the territory of Ukraine in accordance with the requirements of the Water Framework Directive of the European Union] / *Hrebin V.V.* ta in. Kyiv : Interpres, 2013. 55 s.

8. *Vyshnevskiy V.I.* Richky i vodoimy Ukrainy. Stan i vykorystannia [Rivers and reservoirs of Ukraine. State and use] : monohrafiia. Kyiv : Vipol, 2000. 376 s.

9. *Horbachova L.O.* Suchasnyi vnutrishnorichnyi rozpodil vodnoho stoku richok Ukrainy [Modern intra-annual distribution of water discharge of rivers of Ukraine]. *Ukrainskyi heohrafichniy zhurnal*, 2015, № 3 S. 16-23.

10. *Horbachova L.O.* Hidroloho-henetychnyi analiz prostorovo-chasovykh zakonomirnostei vodnoho stoku richok Ukrainy: metodolohiia, tendentsii, prohnos [Hydrogenetic analysis of spatio-temporal patterns of water discharge of rivers of Ukraine: methodology, trends, forecast] : dys... d-ra heohr. nauk. Kyiv: 2017. 399 s.

11. *Vyshnevskiy V. I., Kosovets O. O.* Hidrolohichni kharakterystyky richok Ukrainy [Hydrological characteristics of rivers of Ukraine]. Kyiv, 2003. 324 s.

12. *Lukianets O. I., Obodovskiy O. H., Hrebin V.V., Pochaievets O.O., Korniienko V.O.* Prostorovi zakonomirnosti zminy serednoho richnoho stoku vody richok Ukrainy [Spatial patterns of changes in the average annual water flow of rivers of Ukraine]. *Ukrainskyi heohrafichniy zhurnal*, 2021.Vyp. 1(113) S. 6-14.

13. Hidrolohichni rozrakhunky [Hydrological calculations] : pidruchnyk / za red. *Ye.D. Hopchenko, N.S. Loboda, V.A. Ovcharuk*. Odesa: TES, 2014. 484 s.

14. *Bondarenko A.Ye.* Formuvannia maksimalnogo stoku na richkakh baseinu r. Teteriv [Formation of maximum flow on rivers of the Teteriv River basin] // Materialy studentskoi naukovoї konferentsii Odeskoho derzhavnoho ekolohichnoho universytetu, 10-17 travnia 2023r. Odesa: ODEKU. 2023. S. 432-433.

15. *Bondarenko A.Ye.* Statystychni parametry kharakterystyk maksimalnogo stoku na richkakh baseinu r. Teteriv [Statistical parameters of the characteristics of maximum flow on rivers of the Teteriv River basi] // Materialy studentskoi naukovoї konferentsii Odeskoho derzhavnoho ekolohichnoho universytetu, 10-19 kvitnia 2024 r. Odesa : ODEKU. 2024. S. 108-109

16. *Goptsiy M.V., Bondarenko A.Ye.* Otsinka velychyny ta minlyvosti vesnianoho stoku v baseini r. Teteriv. Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Assessment of the magnitude and variability of spring flow in the Teteriv River basin]: Pryrodnycho-heohrafichni doslidzhennia reliefu, klimatu ta poverkhnevyykh vod: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku (do 75-richchia kafedr KNUTSh: zemleznavstva ta heomorfolohii; meteorolohii ta klimatolohii; hidrolohii ta hidroeokolohii). 2-4 zhovtnia 2024 r. Kyiv, 2024. S. 16-17.

17. *Hrebin V. V.* Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrolohichniy analiz) [Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape and hydrological analysis)] : monohrafiia. Kyiv: Nika-Tsent, 2010. 316 s.

Interannual variability of flood runoff in the Teteriv River basin over a multi-year period

Goptsiy M.V., Bondarenko A.Ye.

The article analyzes the interannual variability of flood runoff in the Teteriv River basin over a long period of observation. The rivers of the studied basin are characterized as flat with a pronounced spring flood. The river is of important water management importance for the Zhytomyr and Kyiv regions and is a source of drinking water for a number of settlements, including the cities of Zhytomyr and Korostyshiv. Its waters are also used for industrial needs, in particular by enterprises operating along its banks. The nature of the river's water regime is largely determined by the characteristics of the spring flood, its duration and the percentage ratio in the annual runoff, which is determined by the type of feeding. The highest average monthly water flows are observed in March-April. The duration of the spring flood is 1.5-2 months. The volume of spring runoff of the rivers of the studied region constitutes the main part of the total runoff in most of the years considered.

Generalizations of the studied characteristics of spring runoff are presented, which are based on data for a multi-year period up to 2020, inclusive, based on the hydrological-genetic method of analysis of runoff series.

According to the constructed difference-integral curves of the time series of maximum spring flood water discharges in recent decades (starting from 1980), a long low-water phase is noted, and before that, a long high-water phase was noted from the beginning of observations. While for the runoff layers, we have a slightly different course of change in water content phases, where over the past 40 years we have a low-water phase from 1981-82 to 1994-95, and then a high-water phase to 2005-2006, and again a low-water phase.

In the series of the largest water flows of the spring flood, a significant downward trend in the values of the runoff is noted in all considered series, except for the Teteriv River - Ivankiv Township. While in the series of the layers of the spring flood runoff, we have an insignificant trend in the series: the Teteriv River - Troscha, the Teteriv River - Ivankiv and the Irsha River - Volodarsk-Volynskyi; in all other series, a negative trend in the value of the runoff is noted.

Analysis of the interannual variability of the spring flood volumes showed that on average, according to modern data, 32-44% is formed with an average flood duration of 39-60 days, and not 45-60%, as noted in many scientific works that summarized shorter observation data that did not cover the long low-water phase on the rivers of the region in recent years.

Keywords: spring runoff, Teteriv River, runoff variability, flood, statistical characteristics.

Надійшла до редколегії 26.10.2024

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.3.5>

УДК 556.025

Сарнавський С.П.¹, Гребінь В.В.²

¹Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ТРАНСФОРМАЦІЯ ГІДРОГРАФІЧНОЇ СІТКИ В МЕЖАХ ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДЬНОГО ДНІПРА В ХІХ – ХХІ СТ.

У статті здійснено ретроспективний аналіз трансформації річкової системи лівих приток Середнього Дніпра протягом ХІХ – початку ХХІ ст. на основі картографічного методу дослідження шляхом накладання карт відповідних часових зрізів та супутникових знімків (1985-2020 рр.). На основі цього обраховано загальну довжину річкової мережі, кількість водотоків, густоту річкової мережі в цілому всього лівобережжя Середнього Дніпра так і в розрізі ключових річкових басейнів.

Досліджено зміни гідрографічної мережі лівобережжя Середнього Дніпра за останні 150-200 років. Відзначено значну інтенсивність трансформації гідрографічної мережі внаслідок зміни клімату та антропогенної діяльності. Особливо значні перетворення сталися в 1950-1970-ті рр. внаслідок будівництва Дніпровських водосховищ, будівництва ставків та водосховищ на лівих притоках Дніпра, що спричинило зникнення більше 500 водотоків в регіоні дослідження. Процес спрямлення та перетворення русел річок на систему осушувальних каналів також призвів до значних змін у річковій мережі. Загалом, за останні 150-200

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2024. № 3 (73)